

ANALISIS PENGARUH PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI CANDI TERHADAP BANJIR SUNGAI BRINGIN¹

Erlyanto Eko Kurniawan¹, Rifqi Aditya Halimawan¹, Dwi Kurniani¹, Suharyanto^{1*}

¹Program Sarjana, Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.:
(024)7460060

*suharyanto20@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pengembangan Kawasan Industri Candi yang berada di Kota Semarang yang dibuat dengan melakukan pengeprasan bukit dan menyebabkan perubahan tata guna lahan di sekitar lokasi pengembangan secara signifikan. Hal ini berdampak salah satunya pada meningkatnya debit banjir di sungai yang terkena dampak pengembangan, salah satunya adalah Sungai Bringin. Intensitas dan frekuensi banjir di Sungai Bringin dari tahun ke tahun selalu meningkat sejak terjadinya banjir pada tahun 2010.

Salah satu penanganan yang dapat dilakukan akibat meningkatnya debit banjir ini adalah dengan membuat detention pond. Analisis debit banjir dilakukan pada kondisi eksisting dan kondisi setelah pengembangan. Debit banjir yang akan di tangani adalah debit banjir dengan periode ulang 50 tahun. Metode yang digunakan untuk menganalisis adalah Metode Rasional dan Metode HSS Gama 1. Hasil dari kedua metode tersebut kemudian dibandingkan dan diambil yang terbesar. Selisih volume banjir pada kondisi setelah pengembangan terhadap kondisi eksisting akan ditampung dengan detention pond. Desain dari detention pond yang direncanakan adalah tipe long storage, yaitu berupa tampungan memanjang di badan sungai. Long storage ini dipilih guna memaksimalkan kapasitas tampungan di palung palung Sungai Bringin serta meminimalkan pembebasan lahan masyarakat.

Studi penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan besarnya debit banjir akibat pengembangan Kawasan Industri Candi serta memberikan penanganan terkait peningkatan debit banjir tersebut. Pemilihan detention pond sebagai bentuk pengendalian banjir dikarenakan dapat menampung volume air dari debit banjir dengan memanfaatkan kapasitas tampungan di palung palung sungai tanpa pembebasan lahan masyarakat. Volume yang tertampung dapat mengurangi banjir yang terjadi di hilir DAS Bringin, sehingga debit banjir di hilir tidak akan mengalami peningkatan atau memenuhi delta-Q zero principle.

Kata kunci : pengembangan kawasan industri, detention pond, long storage, delta-Q zero principle

ABSTRACT

Candi Industrial Park Development in the city of Semarang made by levelling hills and led to changes in land use in the vicinity of significant development. It affects one in

¹ Jurnal telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan HATHI XXXIII Semarang dan telah di-upload di laman <http://www.hathi-pusat.org/blog/detail/pertemuan-ilmiah-tahunan-pit-xxxiii-hathi>

increased flood discharge in river affected development, one of which is Bringin River. The intensity and frequency of flooding in the Bringin River from year to year is always increasing since the floods in 2010.

One of handling it may be due to increased flood discharge is to create a detention pond. Analysis of flood discharge performed on existing conditions and conditions after development. Flood discharge to be handled is a flood discharge with a return period of 50 years. The method used to analyze is the Rational Method and HSS Gama 1 Method. The results of both methods is then compared and taken the greatest. Difference volume of flood conditions after development on the existing conditions will be accommodated with the detention pond. The design of the planned detention pond is a type of long storage, in the form of elongated pitcher in river bodies. Long storage is selected to maximize storage capacity in the troughs Bringin River and minimize land acquisition community.

This research study was conducted in order to determine the magnitude of the increase due to the development of flood discharge Candi Industrial Park as well as provide treatment-related increase in the flood discharge. Selection of detention pond as a form of flood control can because the water volume of flood discharge by utilizing storage capacity in the troughs without land acquisition community. The volume can be accommodated to reduce flooding that occurs in the downstream of Bringin watershed, resulting in downstream flood discharge will not increase or meet delta-Q zero principle.

Key words : *industrial park development, detention pond, long storage, delta-Q zero principle*

PENDAHULUAN

Kota Semarang sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah memiliki kegiatan perdagangan dan industri yang selalu meningkat setiap tahunnya, yang menurut data dari BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2015 yaitu perekonomian Kota Semarang berdasarkan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) 2015 atas dasar harga berlaku mencapai Rp. 121,26 Triliun. Hal ini ditunjang dengan dimilikinya 3 kawasan industri yang besar, yaitu Kawasan Industri Wijayakusuma, Candi dan Genuk. Untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat tersebut, para pengelola kawasan industri dituntut untuk mengembangkan kawasan industri agar mampu memenuhi permintaan pasar. Lokasi dari Kawasan Industri Wijayakusuma dan Genuk yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa menjadikan kawasan industri tersebut mengalami permasalahan, yaitu terjadi penurunan tanah (*land subsidence*) yang menyebabkan banjir rob pada saat air laut pasang. Sedangkan Kawasan Industri Candi (KIC) tidak mengalami banjir rob, karena lokasinya yang tidak berbatasan langsung dengan laut. Selain itu, juga dilewati oleh jalan pantura dan Jalan Tol Krpyak yang menjadikan KIC ini mudah dijangkau. Sehingga, KIC menjadikan salah satu kawasan industri yang akan dikembangkan, dibandingkan dengan kawasan industri yang lainnya. PT IPU (Indo Permata Usahatama) selaku *developer* KIC akan melakukan pengembangan perluasan wilayah pada KIC. Lokasi KIC terletak di antara dua sungai besar di Kota Semarang yaitu Sungai Bringin di sebelah barat dan Sungai Kreo di sebelah selatan. Pengembangan

KIC dilakukan dengan melakukan pengeprasan bukit bukit di antara dua sungai tersebut.

Dalam *paper* ini disajikan hasil kajian pengaruh dari pengeprasan bukit pengembangan KIC pada Banjir di Sungai Bringin. Sungai Bringin yang sudah sering menyebabkan banjir di Daerah Mangkang, akan semakin besar banjir dan dampak negatifnya. Lokasi yang dianalisis adalah sub DAS Bringin yang terkena pengembangan dengan luas sub DAS sebesar 8,18 km². Dalam *paper* ini juga disajikan penanganan dari dampak pengembangan KIC.

METODOLOGI

Metodologi penyusunan Analisis Pengaruh Pengembangan Kawasan Industri Candi terhadap Sungai Bringin yang digunakan adalah :

1. Survei dan investigasi pendahuluan.
2. Studi pustaka.
3. Pengumpulan data lapangan.
4. Analisis hidrologi.
5. Perencanaan *long storage*.

Volume air yang harus ditampung didapatkan dari hasil debit banjir kala ulang 50 tahun pada kondisi eksisting (Q_0) dibandingkan dengan kondisi setelah adanya pengembangan kawasan industri (Q_n). Apabila hasil $Q_n > Q_0$ itu berarti ada peningkatan volume banjir sungai. Peningkatan volume banjir akibat peningkatan debit banjir sebesar $\Delta Q = Q_n - Q_0$ akan ditampung di *long storage*.

Penentuan debit banjir kala ulang 50 tahun didasarkan pada faktor teknis, ekonomi, sosial, dan lingkungan yang terkena dampak banjir. Padatnya penduduk Kota Semarang dan segala fasilitas serta utilitasnya, risiko kerugian jiwa, harta benda, dan materi akan lebih besar bila dibandingkan dengan suatu daerah rural yang sedikit tau bahkan tak ada penduduknya. (Kodoatie, 2013).

ANALISIS HIDROLOGI

Dalam melakukan kajian terhadap dampak pengembangan KIC serta penanganannya, dilakukan analisis hidrologi pada kondisi eksisting dan pada kondisi setelah pengembangan. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang akan berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum sungai dalam perhitungan kapasitas luas penampang sungai. Data hidrologi yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum sepuluh tahun terakhir yang didapatkan dari stasiun hujan yang berada di sekitar daerah kawasan industri. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut ini.

1. Menentukan batas-batas Daerah Aliran Sungai (DAS) dan luasannya.
2. Menentukan luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Bringin.
3. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang (T) tahun.
4. Analisa debit banjir rencana.

Dalam *paper* ini, analisis hidrologi yang digunakan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana yang akan terjadi digunakan Metode Rasional dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1.

Metode Rasional

Metode rasional dipilih karena banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) yang kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS kurang dari 2,5 km² dapat dianggap sebagai DAS kecil (Ponce, 1989). Pemakaian metode rasional sangat sederhana, dan sering digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan. Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut. (Bambang, 2008)

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu (m³/detik)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan/luas DAS (km²)

C = koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan.

Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1

Hidrograf satuan sintetis digunakan untuk menghitung debit banjir di daerah dimana data hidrologi tidak tersedia. Secara prinsip, data jaringan sungai dan karakteristik fisik DAS dimanfaatkan untuk menurunkan hidrograf satuan sintetis (HSS). HSS Gama 1 dikembangkan oleh Sri Harto (1993) berdasarkan perilaku hidrologi 30 DAS di Pulau Jawa. HSS Gama 1 terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu sisi naik (*rising*), puncak (*crest*), dan sisi turun/resesi (*recession limb*). HSS Gama 1 terdiri dari empat variabel pokok, yaitu waktu naik (*time of rise* – TR), debit puncak (Q_p), waktu dasar (TB). Debit pada sisi naik (*rising*) dianggap linier dari awal sampai TR. Debit pada sisi resesi menurun secara eksponensial dengan laju penurunan ditentukan oleh nilai koefisien tampungan (K) dan mengikuti persamaan berikut ini.

$$Q_t = Q_p e^{-t/K} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

Q_t = debit aliran yang terjadi pada jam ke – t (m³/detik) pada sisi resesi.

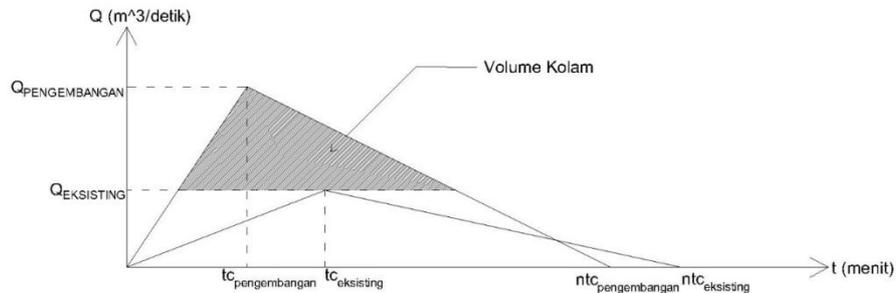
Q_p = debit puncak (m³/detik)

t = waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K = koefisien tampungan

Setelah dilakukan analisis debit banjir rencana pada kondisi sebelum dan setelah pengembangan KIC, selanjutnya dilakukan perencanaan *detention pond* guna

menampung volume peningkatan banjir dari pengembangan KIC. Pendimensian kolam terkait erat dengan kapasitas maksimum penampung sungai. Luasan kolam detensi yang didesain disesuaikan kondisi lahan yang ada, yaitu yang masih berada di sekitar lokasi pengembangan kawasan industri.

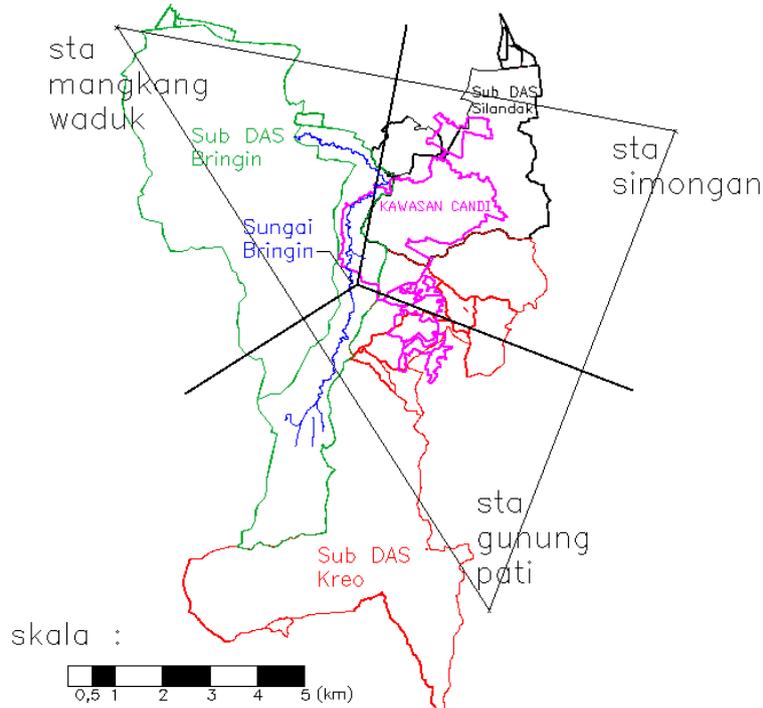


Gambar 1. Grafik Hidrograf untuk Menentukan Volume Tampungan Kolam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi penelitian ini, luasan sub DAS yang berpengaruh adalah sebesar 8,18 km². Perhitungan curah hujan kawasan dilakukan dengan menggunakan Metode *Thiessen* didapat dengan cara mengalikan antara tinggi hujan di stasiun dengan bobot dari luas sub DAS yang masuk ke dalam *polygon* stasiun.

Setelah mendapatkan hujan kawasan dari beberapa stasiun hujan yang berpengaruh di DAS, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran yang sesuai dengan sebaran curah hujan rata - rata yang ada.

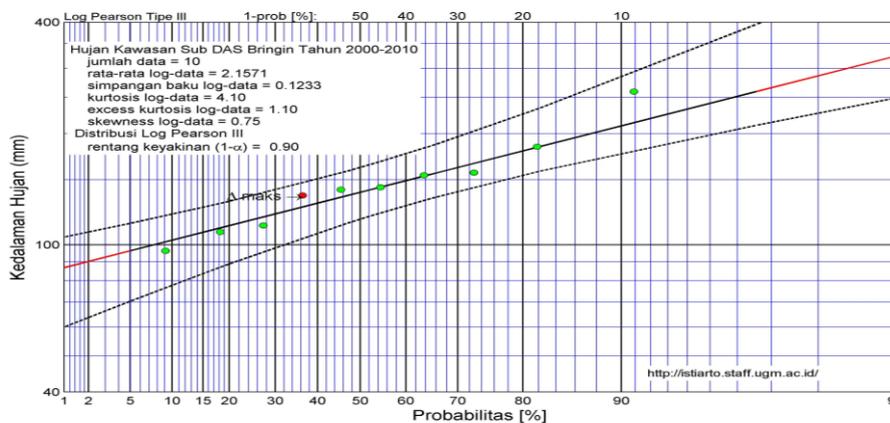


Gambar 2. Lokasi Pengembangan KIC dan Sub-DAS Bringin.

Tabel 1. Data Curah Hujan Kawasan di Sub DAS Bringin di KIC.

Tahun	Hujan Kawasan (mm)	Logaritma Hujan Kawasan
2001	108.35	2.035
2002	136.00	2.134
2003	140.86	2.149
2004	143.08	2.156
2005	96.25	1.983
2006	184.14	2.265
2007	259.55	2.414
2008	154.17	2.188
2009	156.64	2.195
2010	112.83	2.052
Jumlah	1491.870	21.571
Rata-rata	149.187	2.157

Dari analisa dispersi sebaran dan memperhatikan syarat teoretis tiap jenis sebaran, maka dapat dilihat bahwa Distribusi *Gumbel* dan Distribusi *Log Pearson Tipe III* mendekati distribusi data yang dianalisa. Selanjutnya, dari pengujian kecocokan sebaran dengan menggunakan Uji Chi – Kuadrat dan Uji *Smirnov – Kolmogorov* maka jenis distribusi *Log Pearson Tipe III* memberikan Nilai Chi – Kuadrat dan nilai simpangan yang paling kecil. Sehingga jenis sebaran yang dipakai adalah *Log Pearson Tipe III* sebagai berikut.



Gambar 3. *Plotting* Distribusi Hujan dengan Sebaran *Log Pearson Tipe III*.

Tabel 4. Hujan Rencana di Sub-DAS Bringin di KIC.

Periode Ulang (Tahun)	y	Sy	K	log yt	yt (mm)
2	2.157	0.123	-0.124	2.14	138.60
5	2.157	0.123	0.785	2.25	179.29
10	2.157	0.123	1.335	2.32	209.48
25	2.157	0.123	1.980	2.40	251.50
50	2.157	0.123	2.430	2.46	285.69
100	2.157	0.123	2.858	2.51	322.46
200	2.157	0.123	3.268	2.56	362.16

Perhitungan besarnya debit banjir rencana pada studi penelitian ini digunakan dua acara, yaitu Metode Rasional dan Metode HSS Gama 1. Hasil analisa debit banjir pada berbagai kala ulang disajikan berikut ini.

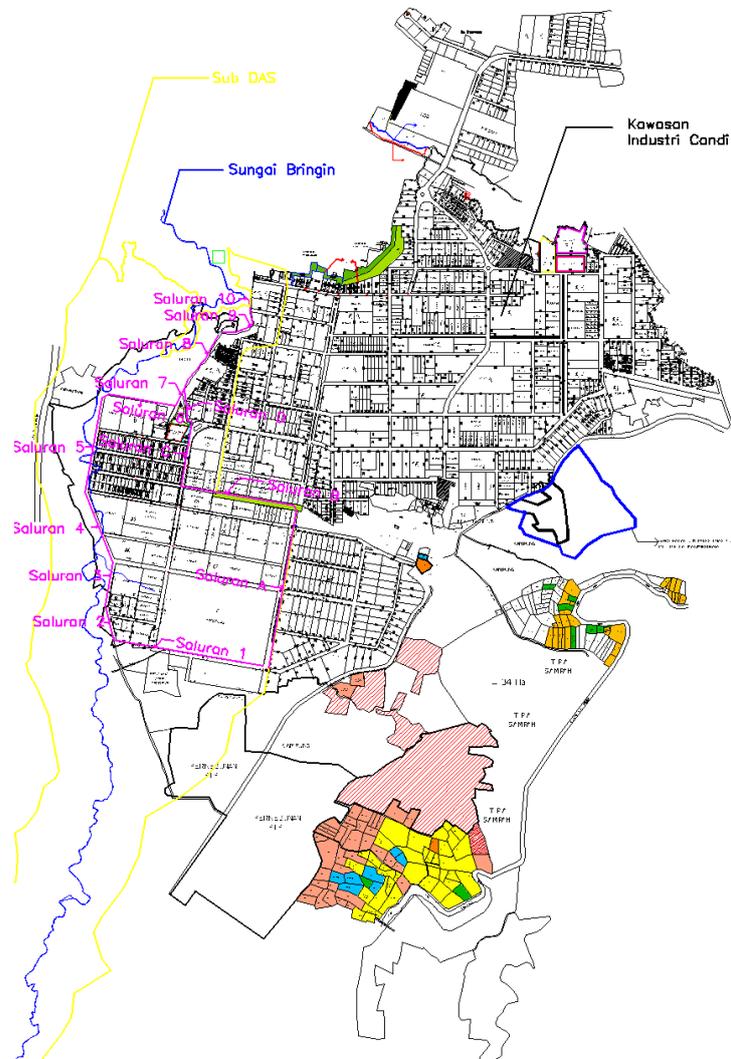
1. Metode Rasional

Tabel 5. Debit Banjir Rencana Kondisi Eksisting

Periode Ulang (Tahun)	Luas DAS (km ²)	C	tc (menit)	Intensitas (mm/jam)	Debit (m ³ /detik)
2	8.18	0.41334	329.634	15.402	14.48
5	8.18	0.41334	329.634	19.925	18.73
10	8.18	0.41334	329.634	23.279	21.88
25	8.18	0.41334	329.634	27.950	26.27
50	8.18	0.41334	329.634	31.748	29.84
100	8.18	0.41334	329.634	35.835	33.68

Tabel 6. Debit Banjir Rencana Setelah Pengembangan

Periode Ulang (Tahun)	Luas DAS (km ²)	C	tc (menit)	Intensitas (mm/jam)	Debit (m ³ /detik)
2	8.90	0.5215	253.811	18.336	23.66
5	8.90	0.5215	253.811	23.720	30.61
10	8.90	0.5215	253.811	27.713	35.76
25	8.90	0.5215	253.811	33.273	42.93
50	8.90	0.5215	253.811	37.795	48.77
100	8.90	0.5215	253.811	42.660	55.04



Gambar 4. Jaringan Saluran di Pengembangan KIC dan Sub-DAS Bringin.

2. Metode HSS Gama 1

Tabel 7. Hidrograf Banjir Kondisi Eksisting

Jam ke-	Debit Banjir Periode Ulang					
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun
0	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
1	5.56	6.73	7.60	8.80	9.78	10.83
2	8.83	11.47	13.43	16.15	18.36	20.75
2.190434	9.59	12.82	15.33	18.81	21.65	24.70
3	9.19	12.39	14.97	18.74	21.81	25.11
4	8.67	11.65	14.10	17.87	21.04	24.45
5	8.18	10.93	13.20	16.76	19.88	23.33
6	7.74	10.27	12.36	15.65	18.58	21.96
7	7.32	9.66	11.59	14.62	17.33	20.51
8	6.94	9.10	10.87	13.67	16.17	19.11
9	6.59	8.58	10.22	12.80	15.10	17.81
10	6.27	8.10	9.61	11.99	14.11	16.61
11	5.97	7.66	9.05	11.24	13.20	15.50
12	5.70	7.25	8.54	10.56	12.36	14.48
13	5.44	6.88	8.06	9.92	11.59	13.54
14	5.21	6.53	7.62	9.34	10.88	12.68
15	5.00	6.22	7.22	8.80	10.22	11.88
16	4.80	5.92	6.85	8.31	9.61	11.14
17	4.62	5.65	6.51	7.85	9.05	10.47
18	4.45	5.40	6.19	7.43	8.54	9.84
19	4.29	5.17	5.90	7.04	8.06	9.26
20	4.15	4.96	5.63	6.68	7.62	8.73
21	4.02	4.76	5.38	6.35	7.22	8.24
22	3.89	4.58	5.15	6.05	6.85	7.79
23	3.78	4.42	4.94	5.77	6.51	7.37
24	3.68	4.26	4.75	5.51	6.19	6.99
Q maks	9.59	12.82	15.33	18.81	21.81	25.11

Tabel 8. Hidrograf Banjir Setelah Pengembangan

Jam ke-	Debit Banjir Periode Ulang					
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun
0	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72
1	14.80	17.47	19.44	22.19	24.43	26.83
1.76989	20.64	26.43	30.05	35.63	40.17	45.05
2	20.50	26.43	31.07	37.54	42.79	48.45
3	18.76	24.13	28.56	35.10	40.42	46.14
4	17.20	21.85	25.72	31.84	37.05	42.66
5	15.87	19.85	23.18	28.54	33.36	38.77
6	14.72	18.14	21.00	25.61	29.82	34.80
7	13.73	16.67	19.13	23.08	26.70	31.07
8	12.88	15.41	17.52	20.92	24.02	27.78
9	12.15	14.32	16.13	19.05	21.72	24.95
10	11.53	13.39	14.94	17.45	19.75	22.52
11	10.99	12.59	13.92	16.08	18.05	20.43
12	10.53	11.90	13.05	14.90	16.59	18.63
13	10.13	11.31	12.30	13.89	15.34	17.09
14	9.79	10.80	11.65	13.01	14.26	15.77
15	9.50	10.37	11.10	12.27	13.34	14.63
16	9.25	9.99	10.62	11.63	12.55	13.66
17	9.03	9.67	10.21	11.07	11.86	12.82
18	8.85	9.40	9.86	10.60	11.28	12.10
19	8.69	9.16	9.56	10.19	10.78	11.48
20	8.55	8.96	9.30	9.84	10.34	10.95
21	8.43	8.78	9.07	9.54	9.97	10.49
22	8.33	8.63	8.88	9.29	9.66	10.10
23	8.24	8.50	8.72	9.06	9.38	9.77
24	8.17	8.39	8.58	8.87	9.15	9.48
Q maks	20.64	26.43	31.07	37.54	42.79	48.45

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Analisis Perubahan Debit Banjir di Sungai Bringin Akibat Pengembangan KIC

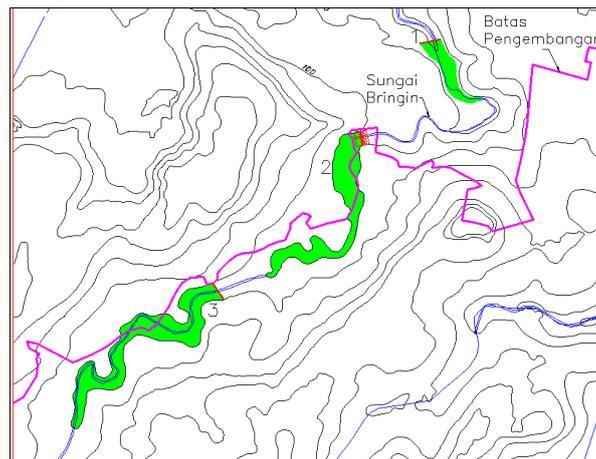
Kondisi	Metode	Debit Banjir Periode Ulang (m ³ /detik)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
Sebelum	Rasional	14.48	18.73	21.88	26.27	29.84	33.68
Pengembangan	HSS Gama 1	9.59	12.82	15.33	18.81	21.81	25.11
Setelah	Rasional	23.66	30.61	35.76	42.93	48.77	55.04
Pengembangan	HSS Gama 1	20.64	26.43	31.07	37.54	42.79	48.45

Perencanaan kolam detensi didasarkan pada prinsip *delta-Q zero principle*, yaitu keharusan agar tiap bangunan tidak boleh mengakibatkan bertambahnya debit air ke sistem saluran drainase atau system aliran sungai (PP 26 Pasal 99 Ayat 3, 2008). Kolam detensi didesain dengan tipe *long storage*. Untuk membuat tampungan dengan *long storage* ini, dibuat bangunan pelimpah yang melintang di badan sungai, sehingga aliran air dapat tertahan dan tertampung. Volume air yang tertampung ini rencananya akan digunakan untuk kebutuhan air baku atau PDAM Kota Semarang.



Gambar 5. Grafik Volume Tampungan

Berdasarkan grafik volume tampungan kolam di atas, volume yang dibutuhkan adalah 158.342,42 m³. Volume ini didapatkan dari selisih debit banjir maksimum setelah pengembangan sebesar 48,77 m³/detik dan debit banjir kondisi eksisting sebesar 29,84 m³/detik. *Long storage* direncanakan di tiga lokasi, hal ini dikarenakan keterbatasan lahan pada area pengembangan. Bangunan pelimpah yang digunakan untuk menampung debit banjir didesain dengan menggunakan debit banjir periode ulang 100 tahun.



Gambar 6. Lokasi *Long Storage*

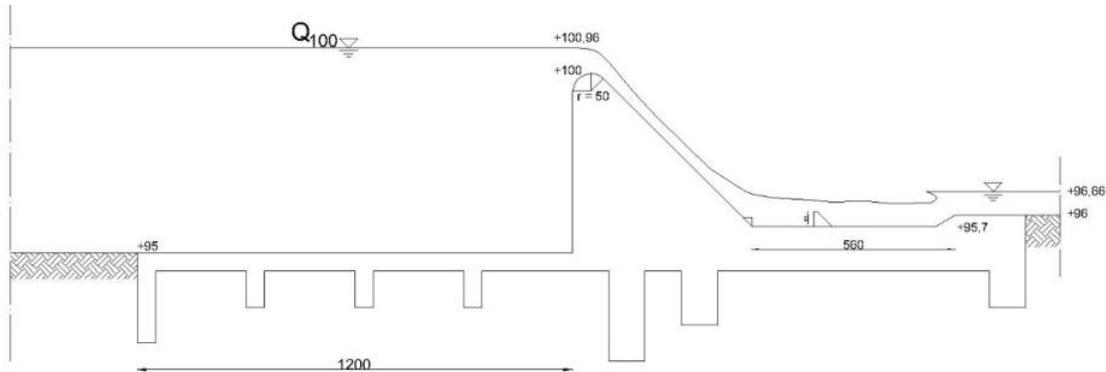
Tabel 10. Volume Tampungan Kolam

Tampungan	Tinggi Pelimpah (m)	Luasan (m ²)	Volume (m ³)
Tampungan 1	5	3750.863	18754.315
Tampungan 2	5	11876.865	59384.325
Tampungan 3	5	16260.027	81300.135
Total		31887.755	159438.775

Perencanaan bangunan pelimpah yang didesain di dalam studi penelitian ini adalah *detention pond* nomor 2. Berikut adalah data teknis perencanaan *detention pond* :

1. Elevasi dasar saluran = +95
2. Elevasi puncak mercu = +100
3. Lebar efektif (Be) = 25,91 m
4. Jenis kolam olak = USBR Tipe III

5. Panjang kolam olak = 5,6 m
6. Panjang lantai muka = 12 m
7. Tinggi air di atas mercu (H) = 0,96 m
8. Tinggi air di hilir bendung (h) = 0,66 m



Gambar 7. Desain Bangunan Pelimpah

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan dari studi penelitian ini adalah :

1. Terjadi perubahan tata guna lahan dan peningkatan debit banjir di sub DAS Bringin akibat pengeprasan bukit pada pengembangan KIC. Dari analisis dapat dilihat bahwa pengeprasan bukit akan membuat lahan menjadi lebih landai, tetapi waktu konsentrasinya (t_c) meningkat, dan akan menyebabkan naiknya debit puncak. Dengan pengeprasan bukit dan peruntukan untuk kawasan industri, maka peruntukan lahannya akan makin mengecilkan terjadinya resapan (sehingga terjadi peningkatan koefisien limpasan). Dari analisis, pengaruh dari peningkatan koefisien limpasan lebih besar dan diikuti dengan lebih cepatnya waktu konsentrasi.
2. Untuk menanggulangi dampak peningkatan debit banjir ini secara struktur diperlukan adanya *Detention Pond* di hilir lokasi pengembangan KIC atau *long storage* di sepanjang alur sungai, dengan menerapkan prinsip *delta-Q zero principle*.

Sedangkan rekomendasi yang diberikan untuk studi penelitian ini adalah :

1. Pengembangan Kawasan Industri Candi ini harus sesuai dengan rencana tata ruang yang sudah ditentukan pemerintah.
2. Dampak pengembangan Kawasan Industri Candi dari aspek hidrologi adalah peningkatan debit banjir di Sungai Bringin.
3. Penerapan *Delta-Q zero Principle* sangat diperlukan untuk menangani dampak peningkatan banjir yaitu dengan pembuatan *long storage*.
4. Selain penanganan secara struktur, maka perlu dilakukan upaya konservasi di DAS Bringin, *law enforcement* pada kesesuaian tata ruang, dan sistem informasi Sumber Daya Air.
5. Untuk penelitian yang lebih baik disarankan untuk menggunakan metode dengan pemodelan *spatial* serta melakukan pengukuran di lapangan dalam rangka kalibrasi dan validasi.



UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada Dinas PSDA Prov.Jawa Tengah dan Bappeda Kota Semarang, serta Pengelola Kawasan Industri Candi atas data - datanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2015. Produk Domestik Regional Bruto Menurut Pengeluaran. Semarang.
- Kodoatie, J.R., 2013. *Rekayasa Manajemen dan Banjir Kota*. Andi Publisher. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah No 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
- Soemarto C. D., 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea Dharma. Bandung
- Sri Harto. 1993. *Analisa Hidrologi*. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.